

O papel do *feedback* oral na coconstrução de significados num ambiente de geometria dinâmica

The role of oral feedback in meaning co-making in a dynamic geometry environment

Júlio Paiva

Agrupamento de Escolas Dr. Francisco Fernandes Lopes, Olhão

Portugal

juliopaiva@aeffl.pt

Resumo. Este artigo tem por objetivo descrever e compreender o *feedback* oral que surge entre alunos e a sua ligação à coconstrução de significados, durante a resolução de tarefas, em trabalho colaborativo, recorrendo a um ambiente de geometria dinâmica (AGD). O quadro conceptual tem como eixos o *feedback* oral, o trabalho colaborativo e a coconstrução de significados em AGDs. Assumindo um posicionamento interpretativo, a investigação adota a metodologia qualitativa de estudo de caso com dois alunos. Recorreu-se a uma utilização regular do GeoGebra com uma turma, ao longo dos 7.º e 8.º anos de escolaridade, no estudo da Geometria. Apresentam-se e analisam-se dois episódios: um da fase inicial e outro da fase final do estudo. A análise dos episódios foca-se no *feedback* oral entre alunos e na coconstrução de significados. Como principais conclusões deste estudo salienta-se a possibilidade de compreender as potencialidades do *feedback* oral e a forma como mudam as suas ligações à coconstrução de significados, à medida que os alunos vão dominando o AGD. Empiricamente, foi possível detetar deslocações de intencionalidade no *feedback* oral dos alunos, nomeadamente através do surgimento de diferentes momentos de negociação, compreensão e partilha de significados.

Palavras-chave: *feedback* oral; geometria dinâmica; coconstrução de significados.

Abstract. This article aims to describe and understand the feedback that orally arises among students and how it connects to meaning making, during the resolution of tasks, in collaborative work, in a dynamic geometry environment (DGE). The conceptual framework is based on oral feedback, collaborative work and meanings co-making in DGEs. Assuming an interpretative position, this investigation adopts a qualitative methodology of case study with two students. GeoGebra was used with regularity in a class, throughout the 7th and 8th years of schooling regarding Geometry. Here I present and analyze two episodes: one from the initial phase and another from the final phase of the study. The analysis of the episodes focuses on oral feedback between students and meanings co-making. As the main conclusion of this study, I highlight the possibility of understanding the potential of oral feedback and the way that it alters meaning co-making, as the students dominate the

DGE. Empirically, it was possible to detect changes in intentionality on students' oral feedback, concerning different moments of negotiation, understanding, and sharing of meanings.

Keywords: oral feedback; dynamic geometry; meaning co-making.

Recebido em maio de 2020

Aceite para publicação em setembro de 2020

Introdução

O homem é um ser gregário. Na vida ativa, a sociedade requer que se desenvolvam as atividades profissionais em grupo. Para isso, comunicamos, questionamo-nos uns aos outros, procuramos informação e aprendemos com os nossos colegas de trabalho, frequentemente mediados pelo uso da tecnologia. Deste modo, faz sentido integrar o trabalho colaborativo com o computador no processo de ensino-aprendizagem da matemática. Esta é uma das áreas de pesquisa mais importantes da atualidade na educação matemática (Jeong, Hmelo-Silver, & Jo, 2019). Atualmente, assistimos a uma crescente consciencialização das potencialidades para a aprendizagem do “fazer geometria” utilizando ferramentas digitais. Os ambientes de geometria dinâmica (AGDs) são os grandes responsáveis por esse facto. Este tipo de *software* tem o potencial de promover a aprendizagem centrada no aluno e a aprendizagem ativa (Saha, Ayub, & Tarmizi, 2010), porque passam a ser os próprios alunos a assumir a responsabilidade da sua própria aprendizagem (Beatty & Geiger, 2010). Se a estes ambientes juntarmos a colaboração entre alunos, aumentamos as oportunidades de comunicação entre alunos desenvolvendo as capacidades de argumentação, explanação e reflexão (Andriessen, Baker, & Suthers, 2003).

Neste artigo, assumo uma perspetiva sociocultural ou de cognição situada e caracterizo a coconstrução de significados como sendo a construção de significados que surge num contexto de dois ou mais indivíduos a trabalhar colaborativamente na *construção de significados* comuns, os quais nenhum dos sujeitos possuía necessariamente, parcial ou totalmente, na fase inicial (Chi, 1996).

Em termos empíricos, os estudos que envolvem interações reconhecem os seus efeitos cognitivos (Serrazina, 1995) e os seus efeitos na construção de significados matemáticos (Coelho & Saraiva, 2000), nomeadamente através do surgimento de novos significados *partilhados* (coconstruídos) (Rodrigues, 1997). Por outro lado, a própria matemática é, à semelhança da linguagem, um sistema para a construção de significados (Pimm, 1987). Também a *compreensão* de conceitos está ligada à forma como os alunos constroem os significados essenciais nos seus próprios termos (Lemke, 1990). Para além da compreensão e partilha já referidos, a *negociação* de significados é vista como sendo uma condição necessária para a aprendizagem da matemática (Voigt, 1994). Segundo este autor, a

negociação pode ser realizada implícita ou explicitamente. A forma implícita tem lugar quando um aluno ajusta as suas ações de acordo com o que o colega espera que aconteça ou de acordo com as reações ou *feedback* deste. A forma explícita ocorre quando os alunos argumentam segundo pontos de vista diferentes.

Face ao exposto, ganham especial relevância as interações que se estabelecem entre os alunos, durante o processo de coconstrução de significados num AGD. Existem estudos, como o de Stahl (2016), que refere a importância da análise dessas interações, embora não aprofundem a questão. Nesse sentido, proponho-me, neste artigo, utilizando a resolução de tarefas em que os alunos trabalham colaborativamente no GeoGebra, aprofundar o conhecimento sobre o funcionamento dessas interações entre alunos. Uma vez que muitas dessas interações surgem na forma de *feedback* oral, pretendo descrever e compreender o *feedback* oral que surge entre alunos e as suas ligações à coconstrução de significados. Para o conseguir, aponto o foco inicial para o surgimento da comunicação e de *feedback* quando os alunos trabalham colaborativamente.

A comunicação e o *feedback* na aprendizagem colaborativa

Um conceito central inerente à aprendizagem colaborativa é o de adicionar conhecimento a uma base comum (Pfister, 2005) constituída pelo conhecimento, crenças e premissas mútuas que se tornam essenciais ao estabelecimento de comunicação entre duas pessoas. É através da comunicação natural, tal como as expressões verbais, linguagem corporal, expressões faciais, gestos e ações, que os alunos interagem para resolver problemas e desenvolver as aprendizagens (Dillenbourg & Evans, 2011).

A origem da palavra comunicar, do latim *comunicare*, tem por significado pôr em comum. Na verdade, comunicar pressupõe uma comunhão entre o significado daquilo que o locutor quis dizer e aquilo que o interlocutor percecionou como aquilo que foi dito. “O ato comunicativo (...) exige um foco comum de atenção e cooperação na partilha de significados” (Sim-Sim, Silva, & Nunes, 2008, p. 31). Em particular, na linguagem é dada primazia ao significado e à sua partilha. Para que exista comunicação, é necessário que os significados atribuídos à linguagem sejam partilhados. No diálogo entre sujeitos, torna-se predominante a procura de um entendimento comum para o significado a atribuir a determinado conceito ou objeto, particularmente, quando os sujeitos são alunos e estes têm parte ativa na sua aprendizagem. Tanto o professor como o aluno devem compreender a importância de saber comunicar, isto é, a importância de conseguir dar a entender o que quisemos dizer com o que dissemos (Lima, 1989). Analogamente, uma aprendizagem colaborativa de sucesso pressupõe, para além da existência de objetivos comuns, a existência de um entendimento mútuo (Claire & Salmon, 2020).

Na comunicação dentro de um grupo é fundamental que cada um dos membros compreenda as ações levadas a cabo pelo outro, assim como as referências feitas a essas

ações (Stahl, 2016). Quando essas referências a ações de um deles provoca uma reação do(s) outro(s), essa reação é aqui conceptualizada como *feedback*. Para existir comunicação, quando esse *feedback* é emitido por um sujeito tem de ser rececionado por outro, ocorrendo assim em duas fases. Por exemplo, no caso das intervenções orais, para existir comunicação um sujeito tem de reagir percecionando o que o outro disse. Caso contrário, não há comunicação.

Neste artigo, irei focar-me no *feedback* entre sujeitos (alunos). Assim, considero que um aluno *emite feedback* quando reage a um determinado estímulo ou ação. Para o aluno, esse estímulo pode ser externo (como, por exemplo, uma intervenção oral de outro aluno, ou a imagem que surge do ecrã de computador), ou interno (como, por exemplo, a consecução de determinado objetivo). Noutra fase, um aluno *recebe feedback* quando retira informação do *feedback* anteriormente emitido.

Na aprendizagem colaborativa, durante a realização de uma tarefa num AGD, tanto o aluno que numa determinada fase ajuda, como aquele que é ajudado, fornecem *feedback* um ao outro. Esse *feedback* pode surgir de forma implícita (como, por exemplo, um franzir de olhos) ou de forma explícita (como, por exemplo, através de intervenções orais).

A informação obtida através do *feedback* é mediada pela perceção ou interpretação do aluno e pode conter pistas que acionam e guiam a procura de mais informação. Em particular, a receção de *feedback* pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias com a intenção de resolver um determinado problema, ou seja, o *feedback* serve para *feed forward* as estratégias (Tepper & Flynn, 2020). Estas estratégias podem encurtar a distância entre o estado do aluno na resolução de um problema e o objetivo a atingir (Ramaprasad, 1983). Neste ponto de vista está inerente a ideia de que a informação proporcionada pode ser utilizada e aproveitada para diminuir o diferencial entre o estado atual da aprendizagem e o que se pretende que venha a acontecer.

Faz aqui sentido pensar no *feedback* oral entre alunos como uma possível forma de regulação da aprendizagem, onde a regulação é vista como "todo o ato intencional que, agindo sobre os mecanismos de aprendizagem, contribui para a progressão e/ou redireccionamento dessa aprendizagem" (Santos, 2002, p. 77). Transportando esse conceito para o ambiente colaborativo, podemos especificar que os momentos de regulação se podem enquadrar num conceito mais estreito de correção das aprendizagens (Andrade & Brookhart, 2009), onde os alunos vão regulando a aprendizagem um do outro.

Num contexto mais tradicional, o *feedback* apenas provém dos professores para os alunos, no entanto, este pode percorrer o sentido contrário, ou seja, dos alunos para o professor. Este último sentido refere-se à possibilidade de integrar as informações recolhidas pelos professores aos alunos para reajustar o processo de ensino, mas não só. Os professores podem recorrer ao *feedback* para proporcionarem aos alunos pontos de

reflexão, promovendo, assim, uma comunicação com dois sentidos (discussão) ou criar um pingue-pongue, como referem Askew e Lodge (2000).

Neste contexto considera-se que o *feedback* deve: (1) focar-se na aprendizagem do aluno; (2) focar-se preferencialmente na tarefa em vez do aluno; (3) focar-se no processo em vez do produto; (4) focar-se no progresso; (5) focar-se nas características particulares do trabalho; (6) aconselhar sobre como melhorar; (7) encorajar o aluno a pensar; (8) requerer um tipo de ação que seja desafiadora mas exequível; (9) ser específico; (10) evitar comparação com outros; e (11) ser entendível pelo aluno (Swaffield, 2008).

Coloco agora a questão de saber se estas características se podem manifestar quando o *feedback* surge entre alunos.

O diálogo é uma parte marcante no processo de comunicar. Para tirar todo o potencial do diálogo na aprendizagem da matemática, torna-se importante criar um ambiente que fomente a comunicação, considerando com especial atenção o papel do questionamento como meio de promoção do raciocínio e da aprendizagem (Britten, Stevens, & Treby, 2012).

No modelo de ensino coconstrutivista (Askew & Lodge, 2000), o *feedback* é um diálogo alimentado por *loops* conectando os participantes envolvidos numa atividade. Aqui o papel do professor consiste em promover o diálogo, com e entre os seus alunos (diálogos coconstrutivistas entre pares), e o papel do aluno pressupõe um envolvimento ativo no processo de aprendizagem. Por outras palavras, o *feedback* é parte de um diálogo em curso, o qual tanto pode ser iniciado pelo professor como pelos alunos e perante o qual os alunos contribuem com os seus conhecimentos para que todos aprendam, incluindo o professor. As distinções entre alunos e professor são difusas e o *feedback* recíproco aparece integrado na aprendizagem, assemelhando-se a laçadas em desenvolvimento (Askew & Lodge, 2000).

No entanto, só recentemente começam a ser consideradas, nos debates e na investigação educacional, as implicações pedagógicas desse *feedback* interativo. Apesar dessas implicações serem geralmente reconhecidas como sendo significativas, não lhes é dado ainda o devido realce (Black & William, 2010).

Num contexto em que nenhum dos alunos conhece a solução correta, como acontece geralmente numa tarefa mais aberta, todos terão de se envolver ativamente na avaliação dos argumentos para cada etapa da resolução (Stahl, 2016). Grande parte desses argumentos assumem um formato oral. Assim, ganha importância perceber melhor as características do *feedback* oral que emerge durante a resolução de tarefas em que os alunos trabalham colaborativamente com recurso a um AGD.

O *feedback* oral entre alunos em AGDs

As evidências empíricas dizem-nos que, nas condições certas, os alunos que trabalham com os seus pares, para além de receberem mais *feedback* e apoio, podem cumulativamente obter melhor qualidade de *feedback* e apoio do que obteriam de um professor (Smith, 2007).

Segundo este autor, isto não se deve só ao facto de continuarem a questionar-se uns aos outros quando não compreendem (ao contrário das interações com o professor), mas porque os alunos utilizam uma linguagem mais acessível e compreensível entre eles do que a do professor.

Alrø e Skovsmose (2004) enfatizam o papel das interações entre alunos num contexto em que estes podem colocar questões e escolher caminhos diferentes de investigação. Referem ainda que os ambientes de geometria dinâmica podem estabelecer esse contexto e que nesse ambiente as questões do professor do tipo “E se...?” ou “Porque é que é assim?” passam a ser as questões formuladas pelos alunos. Para além disso, quando os alunos recebem frequentemente *feedback* dos seus pares nas aulas existem menos interrupções ou perturbações e os alunos mantêm-se mais focados, realizando as tarefas de modo mais aprofundado (Pollock, 2012).

Sinclair (2005) estudou os estilos e estratégias de intervenção entre pares num ambiente de geometria dinâmica *online* e concluiu que os alunos intervêm para corrigir erros, informar, parar diálogos, iniciar experimentações e comunicar ao par o seu ponto de vista de forma a desenvolver a compreensão matemática.

Também Wei e Ismail (2010) analisaram as interações entre alunos no âmbito da Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Ambientes de Geometria Dinâmica (ACAGD), recorrendo ao GeoGebra. Estes autores referem que o principal estilo de intervenção utilizado pelos alunos é a condução que se caracteriza por um longo fluxo de intervenções com vista a uma determinada resposta ou posição, envolvendo frequentemente explicações detalhadas e o questionamento (negociação). Para além disso, as estratégias mais utilizadas foram as seguintes: a verificação, em que os alunos procuram perceber se existe um entendimento partilhado; o convite, em que os alunos exploram uma nova direção, para ver – o que acontece se...; e a travagem, em que um aluno procura focar o seu par numa determinada ideia ou quando pretende encerrar uma discussão (Wei & Ismail, 2010). No estudo realizado por estes autores surgem interações dos alunos quando estão a colaborar para resolver problemas em conjunto. No entanto, o estilo de condução surge porque, por vezes, alguns alunos dominam ligeiramente a colaboração.

Apesar destes estudos, pouco se sabe de que forma é que essa colaboração contribui para a aprendizagem.

A coconstrução de significados em AGDs

De uma forma incisiva, Roschelle e Teasley (1995) veem a colaboração como um processo no qual os indivíduos negociam e partilham significados. A colaboração é, na sua génese, conceptualizada como um processo de construção de significados partilhados (coconstrução) (Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006). Através de estudos empíricos sabe-se que quando os alunos trabalham com computadores, existem condições para que os significados

possam ser construídos momento a momento, de forma espontânea, mas contextualizada, onde a informação em primeira mão, pode emergir facilmente, num formato colaborativo e autorregulável (no sentido de que pode ser verificável pelos alunos), mas menos estruturado (no sentido em que não é controlado exclusivamente pelo professor) (Carnell, 2000).

Além de tudo, a investigação já mostrou que a construção e a observação de figuras geométricas dinâmicas podem levar à construção de significados matemáticos importantes, nomeadamente através da exploração, definição, verificação, criação de conjeturas e da sua validação (Faggiano & Ronchi, 2011). As ferramentas de construção do GeoGebra e a forma como são utilizadas tornam-se parte da conceptualização do grupo ou do aluno.

Existem vantagens, em termos de aprendizagem, para os alunos que trabalham colaborativamente em comparação aos que trabalham sozinhos na matemática, com o computador (Chen, 2008). Ao descobrirem formas de utilizar as ferramentas disponíveis, os grupos de alunos constroem o que Hoyles e Noss (1992) denominam como abstrações situadas. Estas são formas nas quais os alunos atribuem significados matemáticos aos resultados das suas ações. São como mecanismos de coconstrução de significados que estão situados, no sentido em que derivam de experiências concretas dentro de situações matemáticas específicas. No entanto, o facto de derivarem de experiências concretas não é impeditivo de, nalguns casos, poderem ser generalizadas, partilhadas e aceites como práticas de grupo (Stahl, 2016). Sendo que nestes casos, como é o caso da experiência de ensino descrita neste artigo, é possível estudar diretamente a negociação de significados (Rodrigues, 1997; Voigt, 1994).

Experiência de ensino

O estudo realizado teve como suporte empírico uma experiência de ensino desenvolvida por mim. Em termos de dinâmica de sala de aula, o trabalho tem início com a distribuição da tarefa a resolver. Como professor assumo um papel extremamente importante na forma como preparo essas tarefas e na forma como vou promovendo um ambiente aberto de diálogo. Seguidamente, os alunos ligam os computadores, abrem o GeoGebra e começam a tentar resolver a tarefa em pares previamente escolhidos por eles. Sempre que possível, procurei atribuir feedback às produções dos alunos, oralmente ou mais formalmente por escrito, nomeadamente, atribuindo feedback descritivo às respostas dos alunos, nas questões das tarefas, e aos relatórios (realizados pelos alunos num processador de texto e enviados ao professor por correio eletrónico, no final da aula).

As tarefas foram escolhidas, adaptadas ou criadas obrigatoriamente com um carácter exploratório e, simultaneamente, com a intencionalidade de possibilitar o surgimento de novo conhecimento matemático, podendo, nesse sentido, ser categorizadas de alto nível cognitivo segundo Smith e Stein (2011). Os alunos trabalharam em díade nessas tarefas no GeoGebra. No processo de resolução das tarefas, surgem naturalmente estratégias distintas.

Estas estratégias são materializadas pelas ações dos alunos, no computador e, pelo surgimento de afirmações e diálogos, nomeadamente, através do *feedback* oral.

A experiência de ensino implementada teve vários objetivos. Por um lado, procurei levar os alunos a experienciarem, em primeira mão, a aprendizagem matemática (Steffe & Thompson, 2000) da mesma forma que os matemáticos a experienciam quando fazem matemática, tendo a oportunidade de construir o seu próprio conhecimento (Brousseau, 1997). Por outro lado, pretendi criar um espaço de comunicação onde os alunos pudessem defender as suas ideias e perspetivas com os seus pares. Essa comunicação entre pares ocorre ao longo da resolução das tarefas, tanto no momento inicial de escolha de uma estratégia para atacar o problema, como a partir do momento em que surgem as imagens no ecrã de computador, com a necessidade de os alunos justificarem ou clarificarem as suas conjeturas (Yu, Barrett, & Presmeg, 2009).

Para conseguirem atingir os objetivos delineados nesta experiência, os alunos têm de assumir um papel ativo na sua própria aprendizagem. Na realização das tarefas os alunos desenvolvem uma combinação sofisticada de capacidades, atitudes e disposições de modo a tornarem-se aprendentes independentes. Em especial têm de aprender a refletir sobre a sua própria aprendizagem, a rever as suas experiências de aprendizagem (“O que faz sentido e o que não faz? Em que é que isto se relaciona com o que eu já sei, ou penso que sei?”) e a aplicar o que aprenderam na sua aprendizagem futura (Hodgen & Webb, 2008).

Metodologia

A investigação segue uma abordagem metodológica de estudo de caso, de caráter qualitativo e interpretativo (Yin, 2017), procurando descobrir o que há de mais essencial e característico em termos de *feedback* oral e de coconstrução de significados entre alunos. Seguindo esta abordagem, centro a investigação num grupo de dois alunos: Lucas e André (nomes fictícios) que não possuíam experiência a trabalhar com o GeoGebra e que raramente trabalhavam em colaboração. Ao longo de dois anos letivos, a turma desses 2 alunos foi constituída por 22 alunos com idades compreendidas entre os 12 e 14 anos. Neste estudo, assumo o duplo papel de professor e pesquisador. Ao longo da experiência de ensino, o computador foi introduzido gradualmente durante 33 sessões que atravessaram os 4 subtemas da Geometria (Triângulos e quadriláteros; Semelhança; Isometrias; Teorema de Pitágoras) do 7.º ao 8.º ano de escolaridade, o que permitiu que os alunos se familiarizassem progressivamente com o AGD escolhido: o GeoGebra. Este software tem a vantagem de ser gratuito e de ter todas as potencialidades reconhecidas de um AGD. Foi disponibilizado, em sala de aula, um computador para cada par de alunos.

A recolha de dados envolveu a observação participante dos alunos em sala de aula, tendo sido efetuadas gravações áudio e vídeo. Os registos do trabalho em sala de aula incluem a gravação áudio dos diálogos dos alunos e as gravações em vídeo das ações dos mesmos no

computador. Foram igualmente recolhidas as produções dos alunos em papel e em suporte digital. Os ficheiros do GeoGebra produzidos pelos alunos foram gravados em pastas com os nomes dos mesmos e das respetivas tarefas.

Neste artigo, descrevem-se e analisam-se dois episódios: o primeiro relacionado com a construção de um triângulo, dados os ângulos, e o segundo com um problema de otimização do comprimento de um fio elétrico. O primeiro foi realizado na fase inicial do estudo e o segundo na fase final. A escolha destes dois episódios deve-se essencialmente às fases distintas em que ocorreram e à forma como deixam transparecer, simultaneamente, o surgimento de vários momentos de *feedback* oral e de coconstrução de significados. Para a análise de dados utilizo dois modelos de categorias emergentes, um para o *feedback* oral e outro para a coconstrução de significados.

Os focos da análise – *feedback* oral e coconstrução de significados

Depois de uma leitura cuidada e exaustiva das transcrições dos episódios, comecei a aperceber-me de que existiam determinadas características comuns no *feedback* oral entre alunos. As emissões de *feedback* oral estão ligadas à intencionalidade com que os alunos fazem cada intervenção oral. Assim, a análise das intervenções orais dos alunos foi feita segundo três categorias principais que se referem à intenção de avaliar, de questionar ou de informar: (1) *Avaliação*, o aluno profere determinada afirmação em que avalia uma ação do seu par ou a sua, confirmando ou não determinadas estratégias implementadas, resultados ou conclusões obtidas, corrigindo, ou dialogando sobre a validade de determinada construção ou estratégia; (2) *Questionamento*, o aluno coloca uma determinada questão ao outro ou entra em diálogo sobre determinado significado ou relação; e (3) *Informação*, o aluno dá informação através de respostas, estabelece conexões, refere possíveis estratégias a implementar, ou resultados obtidos, ou ainda situações em que o aluno revê ou relembra estratégias implementadas anteriormente.

Seguidamente optei por analisar a atividade dos alunos segundo o prisma da coconstrução de significados a partir do *feedback* oral. Da revisão da literatura emergiram três conceitos que surgiram, por diversas vezes, nos trabalhos de investigação revistos e que adaptei para o contexto deste estudo. O primeiro, *Negociação*, quando o aluno negocia com o outro o significado das imagens provenientes do computador, relativamente à validade de determinado resultado, construção ou propriedade, ou ainda, quando o aluno negocia a estratégia implementada ou a implementar, por vezes, recuando no processo de construção das figuras. O segundo, *Compreensão*, quando o aluno mostra ou procura compreender determinado significado. Essa Compreensão pode surgir na forma de: a) argumentação, dado que “A formulação de um argumento pode transparecer compreensão na medida em que construímos um enunciado com nossas próprias palavras em resposta ao enunciado de outro.” (Duarte & Rezende, 2007, p. 4); e (b) procura de informação junto

do seu par, outro aluno ou o professor, sobre significados, estratégias implementadas ou a implementar, incluindo a percepção das imagens do computador, ou ainda, através da revisitação da tarefa. O terceiro, *Partilha*, quando o aluno chega à partilha de determinado significado ou estratégia com o outro (normalmente ligado às imagens do computador, com a validação de determinada construção ou estratégia a implementar). Na análise dos episódios, incluirei nos momentos de Partilha situações em que os alunos apagam determinada construção ou, pelo contrário, quando continuam a construção ou a dão por concluída, por estar implícito que estão a partilhar o significado de que essa construção não é, ou é, adequada para resolver o problema.

Análise do episódio 1 – O Peixe

O episódio retratado é parte inicial de uma tarefa que contempla a construção de um triângulo (parte da cabeça de um peixe), com rotações de segmentos de amplitude 40 e 60 graus (Figura 1).

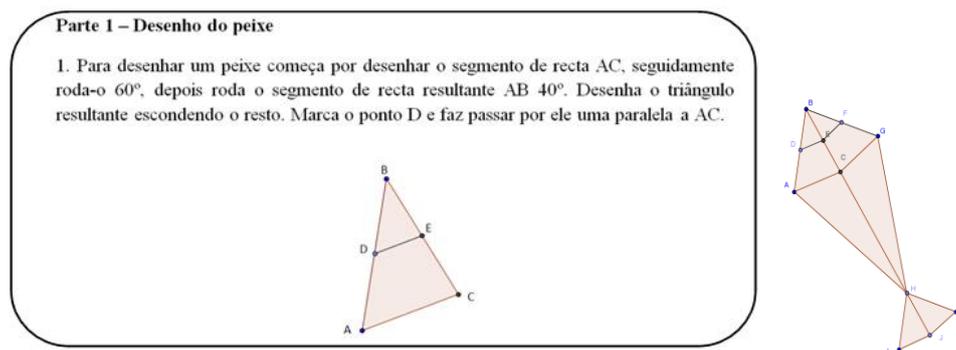


Figura 1. Enunciado da construção do triângulo

De salientar que, como forma de fomentar a experimentação, apesar de os alunos estarem num período inicial de adaptação ao *software*, não é dada nenhuma indicação de como proceder relativamente a ferramentas ou menus a utilizar. A categorização do *feedback* oral e da coconstrução de significados surge no texto dentro de parênteses e em itálico.

Dentro do grupo, Lucas começa por construir um segmento de reta AC. Seguidamente escolhe a ferramenta de medição de ângulos. André opõe-se (*Avaliação; Negociação*) e os alunos optam pela ferramenta de marcação de ângulo com uma dada amplitude (*Partilha*). André relê o enunciado (*Compreensão*) e dá a sua opinião:

- André: Não, acho que não é assim. (*Avaliação; Negociação*)
 Lucas: Deve ser aqui – olha (apontando para o ponto A' para perfazer o triângulo). (*Informação; Compreensão*)

Com a ferramenta de construção de polígonos, Lucas constrói um triângulo, arrastando-o, mas não respeita as restantes amplitudes dos ângulos, como mostra a Figura 2.

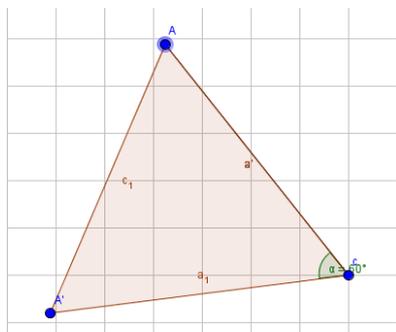


Figura 2. Construção do triângulo com um ângulo de 60° de amplitude

Apercebendo-se da falha, decidem apagar a figura e recomeçar (*Partilha*). Os alunos questionam-se mutuamente de como fazer uma rotação sem, no entanto, chegarem a nenhuma conclusão (*Questionamento; Negociação*). Lucas constrói um segmento de reta e utiliza a ferramenta de medição de ângulo. André opõe-se novamente (*Avaliação; Negociação*). Lucas volta atrás (*Partilha*) e volta a utilizar o ângulo com uma dada amplitude. Seguidamente questiona André:

Lucas: E agora? (*Questionamento; Compreensão*)
 André: Segmento de reta (indicando a Lucas que deveria unir os pontos).
 (*Informação; Compreensão*)

Lucas utiliza novamente a ferramenta de ângulo com uma dada amplitude, mas aparentemente não se apercebe do aparecimento do terceiro ponto do triângulo na interseção dos segmentos de reta, como mostra a Figura 3.

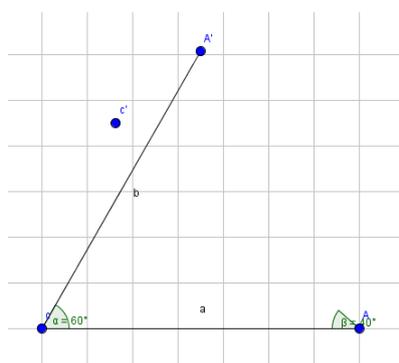


Figura 3. Estratégia dos dois ângulos com uma dada amplitude 60° e 40°

Os alunos trocam, passando André a manipular o computador. André reinicia a construção (*Partilha*), voltando a repetir a mesma estratégia, Lucas repara então:

Lucas: Vamos dar ao mesmo. (*Avaliação; Negociação*)
 André: Anti-horário (sugerindo que invertessem o sentido da marcação do ângulo). (*Informação; Compreensão*)

André marca o ângulo no sentido anti-horário. Mas deparam-se com uma situação aparentemente irresolúvel, como mostra a Figura 4, e decidem abandonar a construção (*Partilha*).

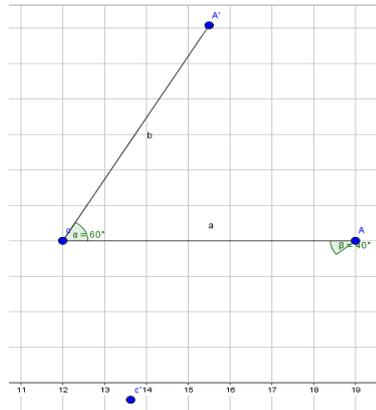


Figura 4. Estratégia com sentido anti-horário

Entretanto um aluno da turma indica-lhes a localização da ferramenta da rotação. André tenta utilizar a ferramenta da rotação. No entanto, os alunos não reparam na indicação fornecida pelo computador: para utilizarem a ferramenta precisam de selecionar por ordem o objeto, centro e amplitude da rotação. André faz uma nova tentativa, desta vez beneficiando da informação proporcionada pelo computador e executa duas rotações, com as amplitudes de 40 e 60 graus, selecionando alternadamente primeiro o objeto (segmento de reta), depois o centro de rotação (uma das extremidades do segmento de reta), como mostra a Figura 5.

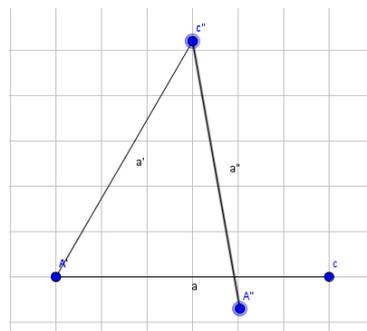


Figura 5. Estratégia com rotações de 60° e 40° de amplitude

Apesar de André ter construído um triângulo, aparentemente os alunos não o reconhecem como tal. Depois de observar a figura, os alunos trocam impressões (*Ques-*

tionamento; *Negociação*) e decidem novamente apagar tudo (*Partilha*). Lucas volta a interagir com o computador utilizando a ferramenta ângulo com uma dada amplitude, para os dois ângulos dados, e por arrastamento faz coincidir um triângulo construído com a ferramenta de construção de polígonos. Depois utiliza a ferramenta de construção de retas paralelas para dar continuidade ao problema, construindo uma reta paralela à base do triângulo (Figura 6).

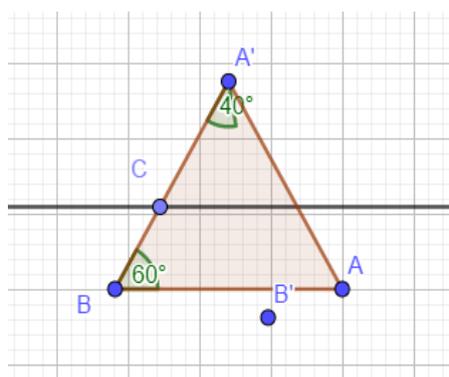


Figura 6. Estratégia dos dois ângulos com uma dada amplitude (60° e 40°) com arrastamento

Face à imagem, Lucas não consegue obter os valores esperados para os ângulos por arrastamento. Os alunos decidem apagar novamente (*Partilha*). Por fim, Lucas faz uma rotação de 60 graus seguida de uma de 40, ficando com um triângulo com segmentos de reta que se prolongam, à semelhança da Figura 5. No seguimento da obtenção dessa imagem, Lucas reage:

- Lucas: Ah, agora este dá 60 e este 40. (*Avaliação; Compreensão*)
 André: Está torto. (*Avaliação; Negociação*)
 Lucas: Não interessa (apaga os segmentos de reta). (*Avaliação; Negociação*)
 André: Mas se fizermos assim depois não dá para fazer. (*Informação; Negociação*)
 Lucas: Dá sim, dá (refere antes de colocar e unir os vértices do triângulo com segmentos de reta). (*Informação; Compreensão*)

Assim, os alunos deram como concluída a construção do triângulo (*Partilha*) e puderam continuar a tarefa.

Análise do episódio 2 – Os Postes

Este episódio decorreu com uma tarefa adaptada de Santos-Trigo (2004). Essa tarefa é composta por um conjunto de indicações para a construção de uma figura dada (Figura 7).

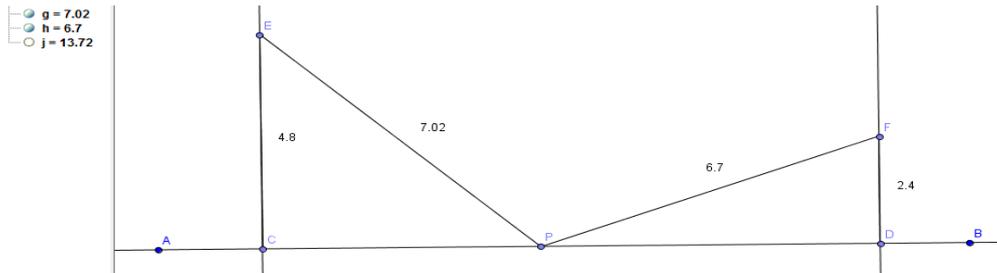


Figura 7. Figura do enunciado para a conexão com fio elétrico dos postes

Os segmentos de reta verticais representam os postes de eletricidade conectados com um fio elétrico que precisa de estar preso à terra algures entre os postes. O objetivo é determinar o local entre os postes de forma a gastar a menor quantidade de fio possível, como se encontra explícito no enunciado da tarefa (Figura 8). À semelhança do episódio anterior, a categorização do *feedback* oral e da coconstrução de significados surge no texto dentro de parênteses e em itálico>.

- 1.4. Depois de posicionarem o ponto P, reflectam o triângulo [ECP] segundo a reta AB.
- 1.5. Unam o ponto E' ao ponto F através de um segmento de reta.
- 1.6. Marquem o ponto G como sendo a intersecção desse segmento de reta com a reta AB.
- 1.7. Comparem a posição do ponto G com o ponto P.
- 1.8. Alterem os comprimentos dos postes por arrastamento e registem soluções para o problema.

Figura 8. Parte do enunciado da tarefa Os Postes

Inicialmente, André assume a interação com o computador e, ao longo da tarefa, os alunos vão trocando. André começa por construir a figura na sequência seguinte (Figura 9).

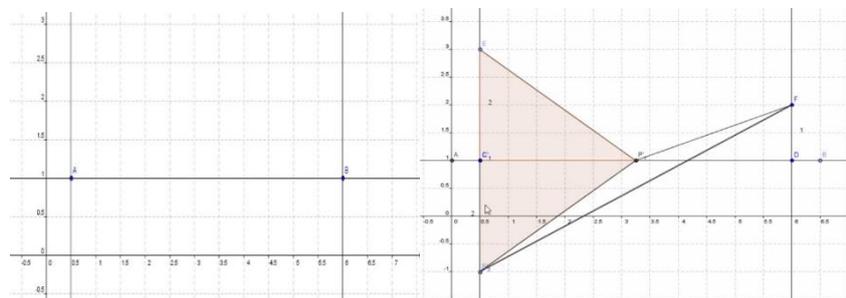


Figura 9. Construção inicial dos postes com o ponto médio

Nesta construção, André define o ponto médio do segmento de reta horizontal entre as bases dos dois postes. Os alunos trocam de papéis e Lucas finaliza a construção. Seguidamente, Lucas tenta arrastar o ponto onde as duas partes de fio elétrico se cruzam, mas o

ponto não se move, pois André tinha-o definido como ponto médio do segmento de reta horizontal, sendo assim um ponto fixo. Pouco tempo depois, Lucas decide apagar todas as construções e recomeçar (*Partilha*). Sugere, então, que seja o André a interagir com o computador.

André repete os mesmos procedimentos para a construção dos postes e finalmente define o ponto P como sendo um ponto livre no segmento de reta horizontal. Depois de construir os segmentos EP e FP (desde o topo dos postes até ao ponto P na terra), André mede os seus comprimentos. As alturas dos postes são novamente de duas e uma unidade, respetivamente. Os alunos conjeturam sobre a influência da altura dos postes (*Questionamento; Negociação*). Na sequência, André experimenta arrastar o ponto P e observa o resultado. Quando o aluno arrasta o ponto de interseção, emerge o seguinte diálogo:

- André: Faz a soma: $3,12 + 3,26$. (*Informação; Compreensão*)
 Lucas: Ah, sim. Eu sei como é que vamos fazer (o aluno utiliza a máquina de calcular). (*Avaliação; Partilha*)
 André: É 6,38. E agora se alterarmos isto para 3,2 (referindo-se a um dos pedaços de fio elétrico), dá 6,36 (soma dos comprimentos). (*Informação; Compreensão*)
 Lucas: Sim. Para que lado é que o arrastaste? (*Informação; Compreensão*)
 André: Este lado. (*Informação; Compreensão*)
 Lucas: Esse lado? Então estás errado (*Avaliação; Negociação*), tens de o arrastar para o outro lado. (*Informação; Compreensão*)
 André: Sim (ele arrasta de novo). (*Partilha*). Com 3,1 (referindo-se a um dos pedaços de fio elétrico) dá 6,39 (soma dos comprimentos). (*Informação; Compreensão*)
 Lucas: A resposta será 6,36 então. (*Informação; Compreensão*)
 André: Sim, é desta forma. (*Avaliação; Partilha*)
 Lucas: Espera, não o mexas. Olha, esta não é a resposta correta. (*Avaliação; Compreensão*)
 André: Ah, agora está aqui (o aluno arrasta o ponto de novo). (*Informação; Compreensão*)

Seguidamente, André mede os ângulos e nota que os ângulos entre os fios elétricos e a reta horizontal têm amplitudes muito próximas.

- André: Não, não é. (*Avaliação; Compreensão*) Está aqui: vinte e oito, vinte e oito (referindo-se à amplitude dos ângulos). (*Informação; Compreensão*)

Levando a cabo o arrastamento e a observação das amplitudes dos ângulos (Figura 10), os alunos reconheceram que a solução correspondia ao ponto onde os dois ângulos teriam amplitudes iguais.

(Topping, 2005). Por outro lado, a natureza exploratória das tarefas e o facto de serem tarefas de alto nível cognitivo (Smith & Stein, 2011) permitiram que o *feedback* oral entre alunos fosse surgindo à medida que estes reagiam às imagens emitidas pelo computador e esse *feedback* tivesse algumas características específicas. Estou agora em condições de responder afirmativamente à questão que coloquei anteriormente.

As características advogadas para o *feedback* entre professor e aluno (Swaffield, 2008), também podem surgir no contexto de *feedback* oral entre alunos. As intervenções orais dos alunos ao longo dos episódios focaram-se: (1) de uma forma geral, na aprendizagem do outro aluno; (2) maioritariamente na tarefa, em vez do outro aluno; (3) no processo, em vez do produto; (4) no progresso; (5) nas características particulares do trabalho; (6) por vezes, em aconselhar o outro sobre como melhorar; (7) por vezes, em encorajar o outro a pensar; (8) por vezes, em requerer um tipo de ação no computador que era ao mesmo tempo desafiadora e exequível; (9) com especificidade; (10) em evitar comparação com outros; e (11) ser entendíveis pelo outro aluno. Isto vem corroborar o que Smith (2007) refere: nas condições certas, os alunos que trabalham com os seus pares, para além de receberem mais *feedback* e apoio, podem cumulativamente obter melhor qualidade de *feedback* e apoio do que obteriam de um professor. Tal sucede não só pelo facto de continuarem a questionar-se uns aos outros, quando não compreendem, e utilizarem uma linguagem mais acessível e compreensível entre eles, do que a do professor (como referia Smith (2007)), mas também por todas as características associadas ao *feedback* oral entre alunos descritas anteriormente.

Neste estudo, verifica-se que o *feedback* oral assume várias dimensões relacionadas com a forma como os alunos avaliam (retroatividade), questionam ou discutem (interatividade), e informam (proatividade).

Esse *feedback* oral entre alunos assume contornos de retroatividade quando estes avaliam oralmente o trabalho do par ou o seu próprio trabalho, no sentido em que se centram nos produtos das ações realizadas anteriormente, como acontece, por exemplo, no primeiro episódio quando os alunos estão consecutivamente a avaliar as suas construções ou, no segundo episódio, quando um aluno reage oralmente a um arrastamento do outro. Em ambos os casos, estão a reagir em retroatividade.

No domínio da interatividade, o *feedback* oral entre alunos encontra-se mais ligado à forma como estes se questionam ou entram em diálogo. Por exemplo, no primeiro episódio, os alunos questionam-se mutuamente sobre a forma de utilizar a ferramenta de rotação.

Por último, já no âmbito da proatividade, o *feedback* oral entre alunos pode assumir formatos mais ligados à informação, nomeadamente quando um determinado aluno informa o outro ou responde a um pedido de esclarecimento, porque o seu foco é essencialmente ajustar ou delinear o caminho a seguir, ou seja, tem o objetivo de direcionar ou ajustar a próxima ação.

Apesar de todas as variáveis que podem influenciar as interações orais, como sejam as características de cada tarefa ou até o estado de espírito de cada aluno, é possível retirar alguma informação acerca da representatividade de cada uma das categorias de análise (Tabela 1). A categoria predominante no primeiro episódio é a *Avaliação*, logo seguida pela *Informação*, ao contrário do segundo episódio. Naturalmente, surgem mais momentos de *Avaliação* no primeiro episódio, dada a necessidade que os alunos sentiram, numa fase de adaptação, de avaliar constantemente as suas construções. Noutra fase em que os alunos estão perfeitamente adaptados ao GeoGebra predomina a *Informação*. Esse facto pode ser revelador da preponderância da intencionalidade dos alunos em delinear o caminho a seguir, direcionando ou afinando a próxima ação proativamente. Os dados que foram recolhidos durante todo o estudo corroboram esta análise.

Na Figura 11 apresento um esquema para ilustrar como o *Questionamento* pode surgir como eventual processo de transição entre a *Avaliação* e a *Informação*. O *Questionamento* distancia-se fisicamente do computador no sentido em que se processa entre os alunos, não visando diretamente o que foi feito ou o que se vai fazer.

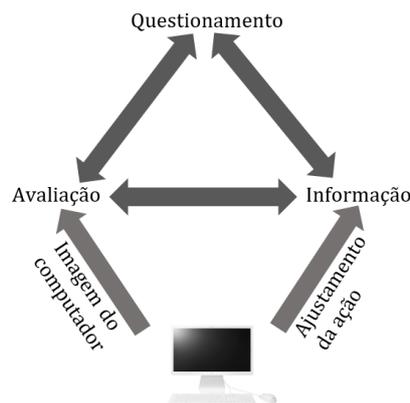


Figura 11. O enquadramento do *feedback* oral

Ao contrário de uma aula tradicional onde o professor é a figura central, aqui os alunos assumem um papel ativo e o *feedback* surge continuamente em abundância, nem sempre de forma estruturada, nem sempre da forma mais produtiva (como no primeiro episódio em que ainda estavam numa fase de adaptação ao ambiente), mas intencional. Essa intencionalidade, enquadra-se no conceito de corregulação das aprendizagens (Andrade & Brookhart, 2019), referido anteriormente, e está ligada a momentos de regulação da aprendizagem retroativa (Allal, 1986) (*Avaliação*) e proativa (Allal, 1988) (*Informação*).

As implicações do *feedback* oral na construção de significados

No primeiro episódio, os momentos de *Avaliação* estão predominantemente ligados a momentos de *Negociação* onde é avaliada a validade das construções e o significado associado ao funcionamento das ferramentas. No segundo episódio, os momentos de

Avaliação encontram-se distribuídos, quase uniformemente, pelos diferentes momentos de coconstrução de significados. Inclusivamente, surgem momentos de *Avaliação* e *Partilha*, o que não aconteceu no primeiro episódio. Esses momentos devem-se à intencionalidade de aprovar a estratégia do outro aluno, servindo para o outro saber que pode prosseguir em sintonia. Resumidamente, existiu uma deslocação da intencionalidade associada aos momentos de *Avaliação*. A regulação da aprendizagem deixa de ser marcadamente retroativa e passa a incluir momentos de *Partilha* com um formato mais proativo.

Tendo em conta o papel do questionamento como meio de promoção do raciocínio e da aprendizagem (Britten, Stevens, & Treby, 2012), este surge tradicionalmente ligado à *Compreensão* (Webb & Jones, 2006), como, por exemplo, no primeiro episódio quando um aluno questiona o outro sobre qual o caminho a seguir num formato proativo. No entanto, nos episódios retratados, os momentos de *Questionamento* surgem maioritariamente conectados à *Negociação* de significados. Esse facto surge, por exemplo, quando os alunos se questionam mutuamente de como fazer uma rotação, ou quando trocam impressões antes de apagar uma construção (primeiro episódio), ou ainda quando conjeturam sobre a influência da altura dos postes (segundo episódio). As intencionalidades ligadas a esses momentos de *Questionamento* e *Negociação* assumem características que variam entre a retroatividade e a proatividade, mas sempre muito próximos da interatividade.

Os momentos de *Informação* surgem quase sempre conectados à *Compreensão*, num formato proativo, e assumem uma maior representatividade e preponderância numa fase final em que os alunos já estão adaptados ao AGD. De notar que os momentos de *Informação* conectados à *Compreensão* no primeiro episódio, incidiram em indicações fornecidas para as construções, enquanto no segundo episódio as indicações visavam as estratégias a implementar. Assim, também aqui, à semelhança dos momentos de *Avaliação* referidos anteriormente, existiu uma deslocação da intencionalidade associada aos momentos de *Informação*. Esses momentos estavam inicialmente relacionados com as construções, para depois se deslocarem para as estratégias a implementar. Essas estratégias já incluíam um prognóstico do resultado de determinada ação no computador, o que significa que os alunos deixaram de ter como principal preocupação entender o funcionamento das ferramentas e do próprio AGD e passaram a ter como intencionalidade principal integrar as potencialidades oferecidas pelo *software* para certificar, planificar e informar as possíveis estratégias a seguir.

Se, numa fase inicial, os alunos se preocupavam mais com o significado a atribuir a cada ferramenta do AGD, à medida que estes se foram adaptando ao *software*, existem evidências de uma maior predominância do *feedback* oral de carácter proativo, com vista a atingir determinado objetivo matemático. A análise dos episódios retratados neste artigo torna clara a existência de um processo fértil de coconstrução de significados comuns, que

nenhum dos alunos possuía à partida (Chi, 1996), constituído por mais momentos de regulação proativa do que retroativa.

Referências

- Allal, L. (1986). Estratégias de avaliação formativa: Concepções psicopedagógicas e modalidades de aplicação. In L. Allal, J. Cardinet, & P. Perrenoud (Orgs.), *A Avaliação num Sentido Diferenciado* (pp. 175-209). Coimbra: Almedina.
- Allal, I. (1988). Vers un élargissement de la pédagogie de maîtrise. In M. Huberman (Org.), *Assurer la réussite des apprentissages scolaires? Les propositions de la pédagogie de maîtrise* (pp. 87-126). Neuchatel: Delachaux & Niestlé.
- Alrø, H., & Skovsmose, O. (2004). *Dialogue and learning in mathematics education: Intention, reflection, critique*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Andrade, H., & Brookhart, S. (2019). Classroom assessment as the co-regulation of learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2019.1571992>
- Andriessen, J., Baker, M., & Suthers, D. (Eds.). (2003). *Arguing to learn: Confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Askew, S., & Lodge, C. (2000). Gifts, ping-pong and loops – linking feedback and learning. In S. Askew (Ed.), *Feedback for learning* (pp. 1-18). London: Routledge Falmer.
- Beatty, R., & Geiser, V. (2010). Technology, communication, and collaboration: re-thinking communities of inquiry, learning and practice. In C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds), *Mathematics Education and Technology – Rethinking the terrain – The 17th ICMI Study* (pp. 251-286). London: Springer.
- Black, P., & William, D. (2010). A pleasant surprise. *Phi Delta Kappan*, 92(1), 47-48.
- Britten, E., Stevens, S., & Treby, N. (2012). Using talk for learning in science and mathematics. In D. Jones & P. Hodson (eds.), *Unlocking Speaking and Listening* (pp. 19-34). London & New York: Routledge.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des Mathématiques, 1970–1990*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Carnell, E. (2000). Dialogue, discussion and feedback – views of secondary school students on how others help their learning. In S. Askew (ed.), *Feedback for learning* (pp. 46-62). London: Routledge Falmer.
- Chen, C. (2008). *The effectiveness of computer supported collaborative learning on helping tasks in a Mathematics Course*. Malacca, Malaysia: Proquest LLC.
- Chi, M. (1996) Constructing self-explanations and scaffolded explanations in tutoring. *Applied Cognitive Psychology*, 10, 10-49.
- Claire, H., & Salmon, P. (2020). *Classroom Collaboration*. London: Routledge.
- Coelho, M., & Saraiva, M. (2000). Tecnologias no ensino/aprendizagem da geometria. In *Atas do Encontro Ensino e Aprendizagem da Geometria* (pp. 35-60). Fundação: Secção de Educação Matemática - Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. http://spiem.pt/DOCS/ATAS_ENCON_TROS/atas_EIEM_2000.pdf
- Dillenbourg, P. & Evans, M. (2011). Interactive tabletops in education. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 6, 491–514.
- Duarte, M., & Rezende F. (2007). Construção compartilhada de significados na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de biomecânica. In *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VI ENPEC*. Florianópolis: ABRAPEC.
- Faggiano, E., & Ronchi (2011). GeoGebra as a methodological resource. In L. Bu & R. Schoen (Eds.), *Model-centered Learning – pathways to mathematical understanding using GeoGebra* (pp. 183-189). Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodgen, J., & Webb M. (2008). Questioning and dialogue. In S. Swaffield (Ed.), *Unlocking assessment – understanding for reflection and application* (pp. 7389). London: Routledge.

- Hoyles, C., & Noss, R. (1992). A pedagogy for mathematical microworlds. *Educational Studies in Mathematics*, 23(1), 31-57.
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C., & Jo, K. (2019). Ten years of computer-supported collaborative learning: A meta-analysis of CSCL in STEAM education during 2005-2014. *Educational Research Review*, 28, 100284. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100284>
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Lima, J. P. (1989). *Linguagem e acção – da filosofia analítica à linguística pragmática*. Lisboa: Apáginastantas.
- Pfister, H. R. (2005). How to support synchronous net-based learning discourses: Principles and perspectives. In R. Bromme, F. W. Hesse, & H. Spada (Eds.), *Barriers and biases in computer mediated knowledge communication: And how they may be overcome* (pp. 39–58). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically: Communication in mathematics classrooms*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pollock, J. (2012). *Feedback – The hinge that joins teaching & learning*. Thousand Oaks: Corwin.
- Ramaprasad, A. (1983). On the definition of feedback. *Behavioral Science*, 28(1), 4-13.
- Roschelle, J., & Teasley, S. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C. O'Malley (Ed.), *Computer-supported collaborative learning* (pp. 69-197). Berlin, Germany: Springer Verlag.
- Rodrigues, M. M. T. (1997). *A aprendizagem da matemática enquanto processo de construção de significado mediada pela utilização do computador* (Tese de mestrado). Lisboa: APM.
- Saha, R., Ayub, A., & Tarmizi, R. (2010). The effects of GeoGebra on mathematics achievement: Enlightening coordinate geometry learning. *Procedia Social and Behavioural Sciences*, 8, 686-693.
- Santos, L. (2002). Auto-avaliação regulada: porquê, o quê, e como? In P. Abrantes & F. Araújo (Coords.), *Avaliação das aprendizagens* (pp. 77-84). Lisboa: Ministério da Educação, DEB
- Santos-Trigo, M. (2004). The role of technology in students' conceptual constructions in a sample case of problem solving. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 26(2), 1-17.
- Serrazina, M. L. (1995). Ensinar/aprender matemática. In *Actas do ProfMat 95* (pp. 3341). Lisboa: APM.
- Sim-Sim, I., Silva A. C., & Nunes, C. (2008). *Linguagem e comunicação no jardim-de infância*. Lisboa: Ministério da Educação - Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Sinclair, M. P. (2005). Peer interactions in computer lab: Reflections on results of a case study involving web-based dynamic geometry sketches. *Journal of Mathematical Behavior*, 24, 89-107.
- Smith, I. (2007). *Assessment & learning pocketbook*. Alresford, Hampshire: Teacher's Pocketbooks.
- Smith, M., & Stein, M. (2011). *Practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Thousand Oaks: Corwin and The National Council of Teachers of mathematics.
- Stahl, G. (2016). *Constructing dynamic triangles together: The development of mathematical group cognition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: an historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 409–426). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh & A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 267- 307). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Swaffield, S. (2008). The central process in assessment for learning. In S. Swaffield (Ed.), *Unlocking assessment – Understanding for reflection and application* (pp. 57-72). New York: Routledge.
- Tepper, A., & Flynn, P. (2020). *Learner-focused feedback: 19 strategies to observe for impact*. Thousand Oaks: Corwin - A Sage Company.
- Topping, K. (2005). Trends in peer learning. *Educational Psychology*, 25(6), 631-645.
- Voigt, J. (1994). Negotiation of mathematical meaning and learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 275-298.
- Webb, M. E., & Jones, J. (2006). Assessment for learning transforming classroom practice?. *Paper presented at the British Educational Research Association Annual Conference*. University of Warwick.

-
- Wei, C., & Ismail, Z. (2010). Peer interactions in computer-supported collaborative learning using Dynamic Mathematics Software. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 600–608.
- Yin, R. (2017). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th Edition). Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- Yu, P., Barrett, J., & Presmeg, N. (2009). Prototypes and categorical reasoning: A perspective to explain how children learn about Interactive Geometry Objects. In T. Crane & R. Rubenstein (Eds.), *Understanding Geometry for a changing world - NCTM, 2009 Yearbook* (pp. 109-125). Reston, VA: NCTM.